UFR Sciences et Techniques
Licence Sciences Pour l'Ingénieur, première année

Projet Acoustique
"Etude de la propagation du son"

Module Expérimentation

Florian Allein, Cedric Faure, Bruno Gazengel, Côme Olivier, Guillaume Penelet
année universitaire 2013-2014

Table des matières

1 Découverte du matériel **5**
1.1 Introduction 5
1.1.1 Contexte et objectif 5
1.1.2 Matériel à disposition 5
1.1.3 Questions préliminaires 5
1.2 Travail à réaliser 6
1.2.1 Prise en main d'un oscilloscope 6
1.2.2 Etude d'un haut-parleur 6
1.2.3 Etude d'un microphone 7
1.2.4 Application 8

2 Caractérisation de la propagation par l'amplitude **9**
2.1 Introduction 9
2.1.1 Contexte et objectif 9
2.1.2 Matériel à disposition 9
2.1.3 Questions préliminaires 9
2.2 Travail à réaliser 10
2.2.1 Réalisation du montage 10
2.2.2 Mesures en signal continu. 10
2.2.3 Mesures en signal non continu 10

3 Caractérisation de la propagation par le temps de vol et/ou la phase **13**
3.1 Introduction 13
3.1.1 Contexte et objectifs 13
3.1.2 Matériel à disposition 13
3.1.3 Questions préliminaires 13
3.2 Travail à réaliser 13
3.2.1 Mesures de la différence de phase en signal continu. 14
3.2.2 Mesures du temps de vol en signal non continu. 14

4 Estimation des incertitudes, comparaison expérience - modèle **16**
4.1 Introduction 16
4.1.1 Contexte et objectif 16
4.1.2 Questions préliminaires 16
4.2 Travail à réaliser 17
4.2.1 Evaluation des incertitudes de mesure 17
4.2.2 Interprétation des résultats en regard d'un modèle physique 17
4.2.3 Questions complémentaires 17

A Expériences complémentaires **18**
A.1 Estimation des paramètres 18
A.2 Mise en défaut du modèle 18

B Réglages du générateur de fonctions numérique HP 33120 A ou HP 33220 A **20**

C Visaton SC 10N **21**
C.1 General characteristics 21
C.2 Technical Data 21
C.3 Frequency- and impedance response 21
C.4 Directivity pattern 22

Mode de fonctionnement, formalités d'évaluation

Au cours de ces séances de Travaux Pratiques, vous serez évalués sur différents critères, visant à mesurer votre implication dans le projet, votre aptitude à maîtriser l'utilisation d'un certain nombre d'équipements génériques pour les mesures physiques, et votre aptitude à analyser et interpréter vos résultats de mesure.

Concrètement, une note globale relative à ces travaux pratiques sera attribuée, qui comptera pour un coefficient 3 sur l'ensemble du projet acoustique. Cette note sera elle même composée à partir de 2 notes, qui porteront respectivement sur les points suivants :

- La rédaction d'un compte-rendu de TP , **un par binôme**, qui rendra compte de vos résultats et de l'analyse de ces résultats. Ce compte-rendu manuscript **doit être rendu le surlendemain de la séance avant 18h** à votre encadrant, soit dans son casier en accès libre au 2è étage du bâtiment d'Institut d'Acoutique et de Mécanique, soit par E-mail au format pdf*. Ces compte-rendus doivent présenter l'objectif du TP, le montage employé, les résultats obtenus (sous forme de tableaux et de graphiques), les commentaires et les analyses des résultats, et une conclusion (un bilan des enseignements du TP). **Ce compte-rendu doit être précis, concis, et auto-suffisant**. L'objectif est aussi de vous apprendre, à mesure du déroulement de chacune des séances, comment rédiger ce type de document.
- Un **examen de travaux pratiques** programmé à l'issue des 4 séances de TP. Vous serez principalement évalués sur votre aptitude à utiliser l'équipement de mesure mis à votre disposition, et votre aptitude à interpréter des résultats de mesure.

Il est **indispensable** de prendre connaissance du manuscript de TP avant la séance, et de répondre au questions préliminaires figurant au début de chacun des énoncés de TP, ceci afin de préparer la séance dans de bonnes conditions.

Les compte-rendus de TP sont évalués sur 20 points. La moyenne sur les 4 séances donne lieu à une note sur 20. L'examen de TP est noté sur 20. La moyenne des 2 notes sur 20 constituera votre note globale relative aux TP "décroissance du niveau sonore".

*à cette fin, voici les adresses E-mail de vos encadrants : guillaume.penelet@univ-lemans.fr, bruno.gazengel@univ-lemans.fr, florian.allein.etu@univ-lemans.fr, cedric.faure.etu@univ-lemans.fr, come.olivier.etu@univ-lemans.fr)

Séance 1

Découverte du matériel

1.1 Introduction

1.1.1 Contexte et objectif

Ce TP s'inscrit dans le cadre d'une série d'expériences visant à comprendre les phénomènes d'atténuation et de propagation du son en espace **infini** dans le cas d'une **source ponctuelle**. L'objectif de ce TP est de prendre connaissance du matériel. (3 h)

1.1.2 Matériel à disposition

- 1 oscilloscope analogique Hameg et son manuel d'utilisation
- 1 générateur de fonctions
- 1 microphone Panasonic
- 1 haut-parleur (tweeter Visaton sc 10N) et sa fiche technique (cf. annexe C).
- 1 boitier audiolab (conditionneur pour microphone et amplificateur)
- Pieds et noix de serrage, réglets, casques anti-bruit

1.1.3 Questions préliminaires

Les questions préliminaires relatives à cette séance portent sur l'analyse de la fiche technique du haut-parleur, fiche technique disponible en annexe C.

1. Quelle est la puissance nominale P admissible de ce haut-parleur ?
2. Quelle est l'impédance nominale du haut-parleur ?
3. A partir de l'expression $P = U_s^2/Z$ évaluer la tension maximale admissible par le haut-parleur, où U_s est la tension d'alimentation du haut-parleur. Calculer la puissance consommée pour une tension 2,83 V.
4. Dans quelle gamme de fréquence ce haut-parleur est-il efficace (chante-t-il) ? Dans quelle gamme de fréquence est-il conseillé de le faire fonctionner ?

1.2 Travail à réaliser

1.2.1 Prise en main d'un oscilloscope

L'objectif des questions qui suivent consiste à prendre en main les différentes fonctions d'un oscilloscope [*]. Ceci est réalisé ici à partir d'un montage très simple.

1. Reliez la sortie d'un générateur de fonctions (ou GBF) à l'entrée A d'un oscilloscope. Utilisez un signal sinusoïdal de fréquence 1000 Hz, de niveau de sortie 1 V efficace. Assurez-vous que le générateur est configuré avec une impédance de sortie infinie [†]. Réglez l'oscilloscope pour obtenir un signal lisible et indiquez les réglages effectués pour arriver à cela.
2. Mesurez sur l'oscilloscope la période fondamentale et l'amplitude crête du signal. Comparez cette amplitude crête à la consigne d'amplitude efficace du générateur.
3. Réitérez l'opération en utilisant un signal rectangulaire. Quelle est l'amplitude maximale du signal carré lue à l'oscilloscope ? Est-elle la même que l'amplitude affichée au générateur ? Pourquoi ?
4. Modifiez le rapport cyclique du signal carré (cf. figure 1.1). L'observer à l'oscilloscope lorsque l'entrée est réglée sur le mode "AC" et sur le mode "DC". Quelles sont les valeurs moyenne et crête de l'amplitude ? Pourquoi ?

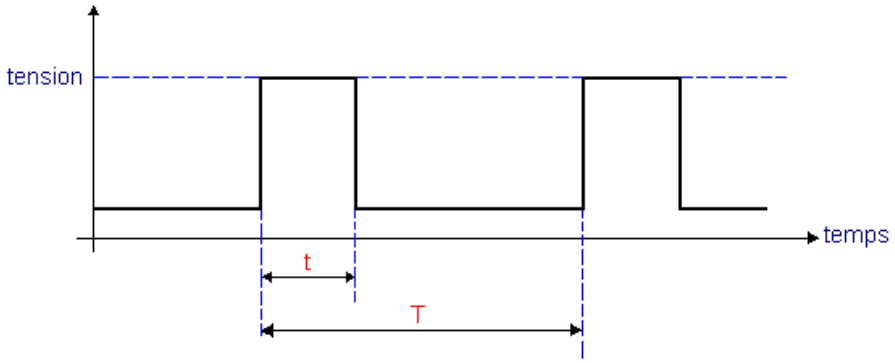

FIG. 1.1 – Définition du rapport cyclique $R = \frac{t}{T}$

1.2.2 Etude d'un haut-parleur

L'objectif des questions qui suivent consiste à prendre connaissance des principales caractéristiques d'un haut-parleur. Ceci est fait par le biais de "mesures subjectives" comparées aux données constructeur disponible dans la fiche technique de l'annexe C.

1. Effectuez un montage pour faire chanter le haut-parleur à l'aide d'un signal sinusoïdal de fréquence 1000 Hz en vous inspirant de la figure 1.2 (sans le microphone). Prenez garde à alimenter votre haut-parleur avec une tension inférieure à la tension maximale admissible (cf. questions préliminaires).

[*] Pour cette première séance de TP, nous vous mettons à disposition un oscilloscope analogique. Lors des prochaines séances, vous utiliserez un oscilloscope numérique. La prise en main du premier (analogique) est généralement moins aisée que celle du second (numérique).

[†] pour cela se référer à l'annexe B s'il s'agit du modèle de GBF Agilent 33120A

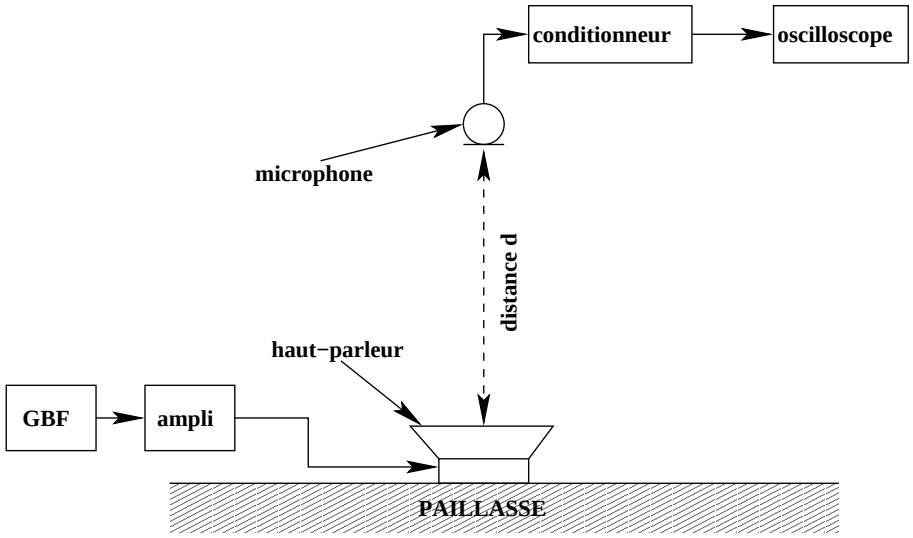

FIG. 1.2 – Montage pour l'étude des caractéristiques du microphone

2. Ecouter le niveau produit dans l'axe du HP pour des fréquences de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz et 10000 Hz. Noter les niveaux subjectifs relevés aux fréquences données ci-dessus à l'aide d'une échelle de cotation faible - moyen - fort - très fort.
3. Ecouter le niveau produit dans l'axe et hors axe (pour différents angles) pour une fréquence de 10000 Hz.
4. Comment peut-on relier ces sensations à la fiche technique ?

1.2.3 Etude d'un microphone

L'objectif des questions qui suivent consiste à prendre connaissance des principales caractéristiques d'un microphone (directivité, sensibilité, réponse en fréquence). Un microphone est un transducteur qui transforme une énergie acoustique en énergie électrique. De façon à obtenir un signal électrique non pollué, le microphone doit étre alimenté par une tension continue et le signal du microphone doit être amplifié. Le conditionneur joue ce rôle.

Branchement et étalonnage du microphone

1. Connecter la sortie du microphone à l'entrée du conditionneur et la sortie du conditionneur à l'entrée de l'oscilloscope. Siffler devant le microphone et relever la fréquence et l'amplitude du signal.
2. De façon à connaître l'amplitude de la pression acoustique, étalonner le microphone à l'aide de la source étalon. Relever la tension générée par le microphone. En déduire la sensibilité de l'ensemble de la chaîne (microphone + conditionneur) en mV/Pa.

Etude des caractéristiques du microphone.

1. Réalisez le montage de la figure 1.2, en fixant la distance d à 25 cm. Alimentez le haut-parleur à l'aide d'un signal sinusoïdal de fréquence 1000 Hz pour qu'il reçoive une puissance de 0.5 watt.

2. Relever la pression acoustique p_{25cm} mesurée par le microphone au point d'écoute situé à 25 cm. Faire tourner le microphone autour d'un axe perpendiculaire à la direction source-microphone par pas de 30° environ. Que peut on en déduire quant à la directivité du microphone ?
3. Diriger l'axe du microphone vers le haut-parleur. Mesurer la pression acoustique vue par le microphone pour différentes fréquences (1, 2, 4, 8, 16 kHz). Que peut on en déduire quant à la réponse en fréquence du microphone ?
4. Suite à ces expériences, est il possible de tirer des conclusions sur les propriétés du microphone ? Si oui lesquelles ? Si non pourquoi ?

1.2.4 Application

A l'aide des expériences réalisées ci-dessus, évaluer l'efficacité du haut-parleur (en Pa/W/m) à la fréquence de 1000 Hz. Pour ce faire, vous devrez admettre qu'en théorie, le niveau acoustique généré à 1 m dans l'axe d'un haut-parleur alimenté par une puissance de 1 W, doit être le même que le niveau généré par ce même haut-parleur à une distance de 25 cm s'il est alimenté par une puissance de 0.5 W. Comparer votre résultat avec celui de la fiche technique.

Séance 2

Caractérisation de la propagation par l'amplitude

2.1 Introduction

2.1.1 Contexte et objectif

Ce TP s'inscrit dans le cadre d'une série d'expériences visant à comprendre les phénomènes d'atténuation et de propagation du son en espace infini dans le cas d'une source ponctuelle. L'objectif de cette séance est de découvrir par l'expérience (et sans connaissance théorique) la façon dont décroît l'amplitude d'une onde sonore, pour différentes configurations (fréquences, nature et niveau d'excitation de la source …).

2.1.2 Matériel à disposition

- 1 multimètre
- 1 oscilloscope numérique
- 1 générateur de fonctions HP 33120 A ou HP 33220 A et son manuel d'utilisation
- 1 microphone Panasonic
- 1 haut-parleur (tweeter)
- 1 boitier audiolab (conditionneur pour microphone et amplificateur)
- pieds et noix de serrage, réglet, casques anti-bruit

2.1.3 Questions préliminaires

Les questions préliminaires relatives à cette séance portent sur ce que vous pouvez anticiper, a priori, concernant la nature des résultats que vous devriez obtenir. Pour ce faire, il est nécessaire de prendre connaissance des manipulations suggérées avant de répondre aux questions qui suivent.

1. Pour faire vos mesures de décroissance spatiale du niveau sonore, avez-vous besoin de connaître la sensibilité de votre microphone ? Pourquoi ?
2. Qu'est ce qui, d'après-vous, risque de perturber les mesures que vous aurez à faire au cours de cette séance ?
3. Qu'est ce qu'un burst ?
4. Quel peut être l'intérêt du burst en regard d'un signal continu pour ces mesures ?

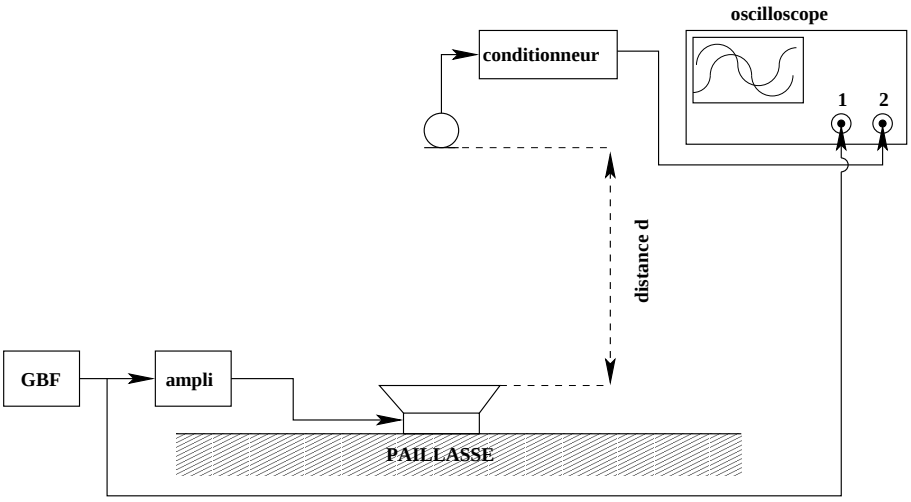

FIG. 2.1 – Vue de l'expérience pour la mesure de la décroissance du niveau sonore

2.2 Travail à réaliser

2.2.1 Réalisation du montage

2.2.2 Mesures en signal continu.

Note préliminaire : Avant toute chose, veillez à ne pas dépasser au cours de vos manipulations la tension maximale admissible par le HP (cf. TP 1). Par ailleurs, il est indispensable pour cette partie du TP de se prémunir du risque lié aux forts niveaux acoustiques par le port d'un casque anti-bruit.

1. Réaliser le montage de la figure 2.1. S'assurer que le générateur est configuré avec une impédance de sortie infinie (cf. annexe B).
2. Fixer un niveau d'excitation du HP donné, ainsi qu'une fréquence donnée supérieure à 5 kHz.
3. Mesurer la pression acoustique pour différentes distances source-microphone allant de 1 cm à 80 cm.
4. Répéter cette opération pour un autre niveau d'excitation du HP.
5. Répéter cette opération pour ce même niveau, mais une autre fréquence.
6. Noter les résultats dans un tableau sous la forme distance - tension d'alimentation du HP - tension de sortie du microphone - pression acoustique efficace correspondante (en Pa) - remarques sur l'expérience (allure des signaux, événements extérieurs imprévus,...)
7. Tracer la courbe de décroissance de la pression acoustique en fonction de la distance pour les 2 niveaux d'excitation et les 2 fréquences. Précisez la légende.
8. Discuter votre résultat : Quelle sont les allures des courbes de décroissance ? A quelles fonctions mathématiques vous font penser ces résultats ? Quels sont les problèmes expérimentaux qui se posent ?

2.2.3 Mesures en signal non continu

Il est également possible de réaliser la mesure de la décroissance en amplitude à l'aide d'un autre signal que celui utilisé précédemment. L'expérience proposée ici met en oeuvre un signal

de type burst, représenté à la figure 2.2.

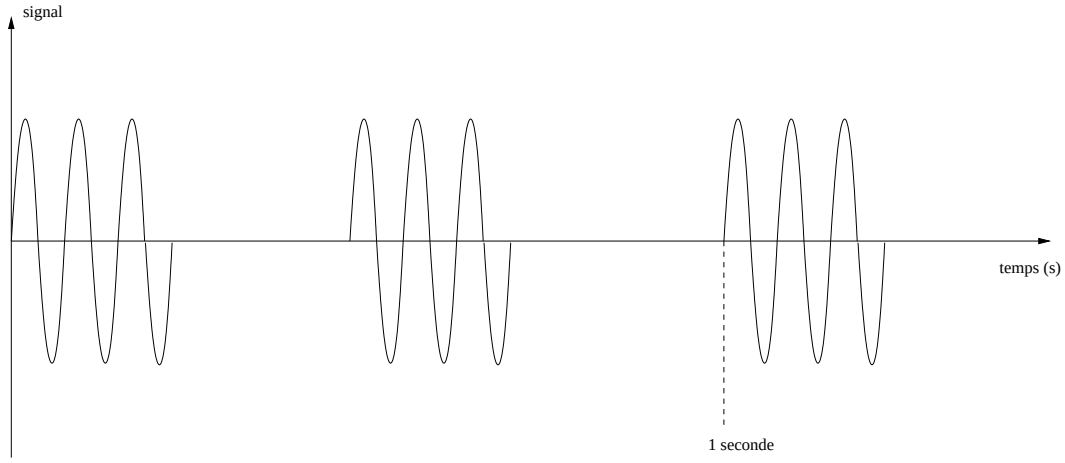

FIG. 2.2 – Vue d'un burst possédant 3 cycles avec un taux de 2 Hz (2 bursts / seconde).

Le dispositif expérimental est celui de la figure 2.1. L'oscilloscope utilisé est un oscilloscope numérique à mémoire. Si vous disposez d'un GBF 33120A, référez vous aux consignes qui suivent pour paramétrer votre oscilloscope. Si vous disposez d'un autre GBF, suivez simplement les différents menus (relativement clairs) pour que le GBF génère une salve de sinus, chaque salve comprenant 5 périodes, avec une fréquence de sinus supérieure à 2 kHz et un niveau de 200 mV rms, et une période de répétition des salves de 1 s.

Réglage du générateur 33120A

Sur le générateur Agilent, régler le signal d'excitation comme suit
- Entrer dans le menu (shift-menu)
- Descendre dans le menu (touche V)
- atteindre le menu 4. Burst CNT (touche >)
- Descendre dans le menu (touche V). Régler le nombre de cycles à 5. Valider en tapant ENTER.
- Recommencer les points 1, 2. Atteindre le menu 5. Burst Rate.
- Descendre dans le menu (touche V). Régler la fréquence de répétition des bursts à 1. Valider en tapant ENTER.
- Régler la fréquence sur FREQ à une fréquence supérieure à 2000 Hz.
- Régler le niveau d'excitation à environ 200 mV RMS en vérifiant que la source est réglée en haute impédance (demander la vérification de l'enseignant)
- Lancer le générateur (shift-burst)
- Connecter le générateur à l'entrée de l'oscilloscope pour vérifier le signal généré.

Réalisation des mesures

1. Après avoir paramétré le GBF, connectez le à l'amplificateur pour faire chanter le haut-parleur, puis paramétrez l'oscilloscope de façon à visualiser correctement le signal capté par le microphone.
2. Réaliser à nouveau la mesure de la décroissance du niveau sonore, pour une fréquence et un niveau d'excitation donnés. Vous devrez pour cela, compte-tenu de la nature de

l’excitation faire des choix sur le mesurande que vous considérez comme représentatif de l’amplitude du signal.

3. Tracer la courbe de la pression en fonction de la distance. Comparer les résultats obtenus avec ceux de la manipulation précédente.
4. Discuter de l’intérêt de ce mode opératoire par rapport au précédent (signal continu)

Séance 3

Caractérisation de la propagation par le temps de vol et/ou la phase

3.1 Introduction

3.1.1 Contexte et objectifs

Ce TP s'inscrit dans le cadre d'une série d'expériences visant à comprendre les phénomènes d'atténuation et de propagation du son en espace infini dans le cas d'une source ponctuelle. L'objectif de cette séance est de découvrir par l'expérience l'évolution du retard ou de la phase du signal de pression par rapport à une référence en fonction de la distance source récepteur pour différentes configurations (fréquences, niveau).

3.1.2 Matériel à disposition

- 1 multimètre
- 1 oscilloscope numérique à mémoire
- 1 générateur de fonctions HP 33120 A ou HP 33220 A et son manuel d'utilisation
- 1 microphone Panasonic
- 1 haut-parleur (tweeter)
- 1 boitier audiolab (conditionneur pour microphone et amplificateur)
- pieds et noix de serrage, réglet, casques anti-bruit

3.1.3 Questions préliminaires

1. Quelle relation mathématique y a-t-il entre la différence de phase entre 2 signaux sinusoïdaux et le retard de phase correspondant ?
2. Comment mesurer la célérité du son en usant d'un signal sinusoïdal (et un microphone mobile) ?
3. Comment mesurer la célérité du son en usant d'un burst (et un microphone mobile) ?

3.2 Travail à réaliser

Note préliminaire : Avant toute chose, veillez à ne pas dépasser au cours de vos manipulations la tension maximale admissible par le HP (cf. TP 1). Par ailleurs, il est indispensable

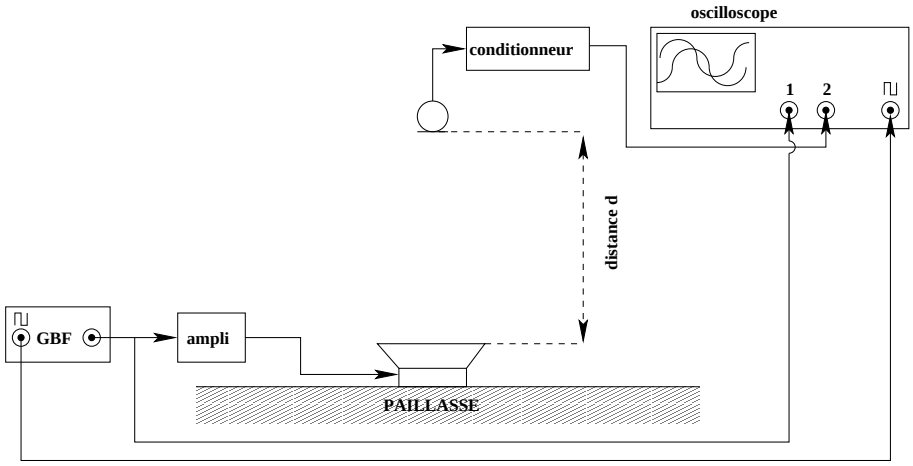

FIG. 3.1 – Vue de l'expérience pour la mesure de la décroissance par la phase du signal sonore.

de se prémunir du risque lié aux forts niveaux acoustiques par le port d'un casque anti-bruit. Assurez-vous également que le générateur est configuré avec une impédance de sortie infinie (cf. annexe B).

3.2.1 Mesures de la différence de phase en signal continu.

1. Réaliser le montage de la figure 3.1.
2. Réaliser la mesure du déphasage entre signal de pression et la tension d'alimentation du haut-parleur pour deux fréquences supérieures à 15 kHz (par exemple 15 kHz et 20 kHz) et pour une seule tension d'alimentation. Faire varier la distance entre 5 et 15cm.
3. Noter les résultats sous la forme distance - retard entre signal de pression et la tension d'alimentation du haut-parleur - phase entre signal de pression et la tension d'alimentation du haut-parleur exprimée en degré - remarques sur l'expérience (allure des signaux, événements extérieurs imprévus,...)
4. Représenter le déphasage mesuré pour les différentes configurations.
5. A quelle fonction mathématique vous fait penser la courbe ? interpréter votre résultat.

3.2.2 Mesures du temps de vol en signal non continu.

L'expérience proposée ici met en oeuvre un signal de type burst, représenté à la figure 2.2. Le dispositif expérimental est celui de la figure 3.1. L'oscilloscope utilisé est un oscilloscope numérique à mémoire.

1. A l'aide du montage réalisé, faites la mesure du temps de vol des bursts (cf. figure 3.2).
2. Comment relier ces résultats avec les résultats obtenus en sinus ?
3. Discuter la qualité de vos résultats et interpréter vos résultats à la lumière des objectifs du projet.

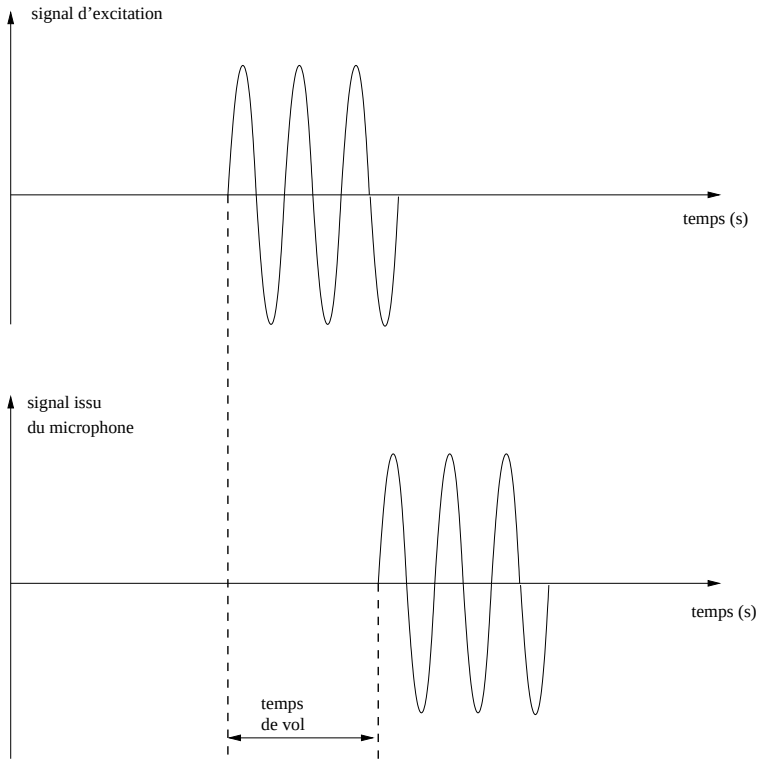

FIG. 3.2 – Principe de la mesure du temps de vol d'un burst.

Séance 4

Estimation des incertitudes, comparaison expérience - modèle

4.1 Introduction

4.1.1 Contexte et objectif

Ce TP s'inscrit dans le cadre d'une série d'expériences visant à comprendre les phénomènes d'atténuation et de propagation du son en espace infini dans le cas d'une source ponctuelle. L'objectif de cette dernière séance est :

- de reprendre les mesures effectuées auparavant, avec pour objectif d'évaluer la qualité des mesures (analyse statistique des résultats) en estimant grossiérement les incertitudes de mesure ;
- de dresser le bilan de ces mesures à la lumière de ce que vous savez désormais de la façon dont devrait décroître le niveau sonore au cours de la propagation ;
- de compléter, s'il reste du temps, ces résultats par des mesures complémentaires visant à mettre en défaut le modèle.

4.1.2 Questions préliminaires

Les questions qui suivent portent sur des connaissances de base sur le calcul d'incertitudes de mesures. Afin de répondre à ces questions, vous pourrez vous référer aux données disponibles sur internet ainsi qu'à votre cours d'instrumentation.

1. D'après vous, qu'est ce qu'une erreur systématique ?
2. D'après vous, qu'est ce qu'une erreur aléatoire ?
3. A la lumière des résultats obtenus aux séance 2 et 3, pensez-vous qu'il soit judicieux d'utiliser un échantillonnage spatial uniforme pour vos mesures de la décroissance spatiale du niveau sonore ?
4. Vous savez désormais que la décroissance du niveau sonore est théoriquement décrite par une loi de comportement qui indique une perte de 6 dB par doublement de distance. De ce fait, quel type de représentation est-il souhaitable d'adopter pour la représentation de vos résultats de mesure. Quel critère va-t-on alors utiliser pour comparer **objectivement** l'expérience et la théorie ?

4.2 Travail à réaliser

4.2.1 Evaluation des incertitudes de mesure

1. Réaliser le montage des séances 2 et 3 (mesure de la réponse en amplitude ou phase) en utilisant un signal d'excitation de type burst (cf. §3.2.2).
2. Au vu des résultats obtenus précédemment (séances 2 et 3), choisissez une configuration pour la mesure de la décroissance du niveau sonore (amplitude et phase). Pour cette configuration, réaliser 5 fois les mesures d'amplitude et de phase de façon à pouvoir utiliser ces résultats pour un traitement statistique ultérieur.
3. Evaluer les incertitudes sur l'amplitude et la phase. Préciser la méthode utilisée pour évaluer ces incertitudes.
4. Discuter de la précision des mesures en justifiant numériquement votre avis.
5. Indiquer quels phénoménes physiques provoquent ces incertitudes de mesure et comment il serait possible de les minimiser.

4.2.2 Interprétation des résultats en regard d'un modèle physique

Vous disposez à présent, via le cours "modèles physiques", d'éléments de théorie qui ont amené à proposer une loi de comportement pour la décroissance spatiale du niveau sonore. A la lumière de ces éléments, il convient maintenant de discuter vos résultats expérimentaux.

1. Représenter les résultats issus des cinq mesures sur papier (une représentation en amplitude et une représentation en phase), en y incluant les "barres d'erreur" (représentatives des incertitudes). **Il est conseillé de réfléchir au choix du type de papier (linéaire, semi-logarithmique, log-log) pour la représentation graphique**.
2. Comparer les lois de comportements théoriques et expérimentales pour la décroissance de l'amplitude et pour l'évolution de la phase (ou du temps de vol) du signal acoustique en fonction de la distance source-récepteur.
3. Compte-tenu des conditions expérimentales d'une part, et des limites de validité du modèle d'autre part, interpréter les différences entre théorie et expérience.

4.2.3 Questions complémentaires

Si vous disposez encore de temps, reportez vous à l'annexe A pour des expériences complémentaires.

Annexe A

Expériences complémentaires

Dans la mesure où certains d'entre vous disposeraient d'une certaine avance relativement au travail demandé sur le manuscript de TP, nous vous proposons ci-après quelques travaux complémentaires

A.1 Estimation des paramètres

A partir du modèle physique permettant de représenter mathématiquement le phénomène de décroissance du niveau sonore, estimer les valeurs du rendement du haut-parleur et de la célérité du son. Donner une valeur d'incertitude pour ces deux paramètres.

A.2 Mise en défaut du modèle

On propose de réaliser le montage expérimental schématisé sur la figure A.1 .

Le haut-parleur est dirigé vers la paillasse (ou vers le sol) à une distance d de l'ordre de 20 cm. Un microphone est placé à proximité du HP (2 à 3 cm), dans son axe, et un second microphone est placé à proximité de la paillasse.

1. A l'aide du microphone du bas, rechercher une fréquence (supérieure à 2000 Hz) pour laquelle le niveau relevé est maximal, appelée f_m.
2. Pour cette fréquence f_m déplacer le microphone du haut vers le bas et tracer le niveau sonore en fonction de la position du microphone.
3. Compte-tenu des résultats obtenus aux question précédentes, commenter les différences observées concernant la décroissance spatiale du niveau sonore vis à vis des résultats issus des expériences réalisées auparavant (i.e. celles proposées dans l'énoncé de la séance 2 de TP)

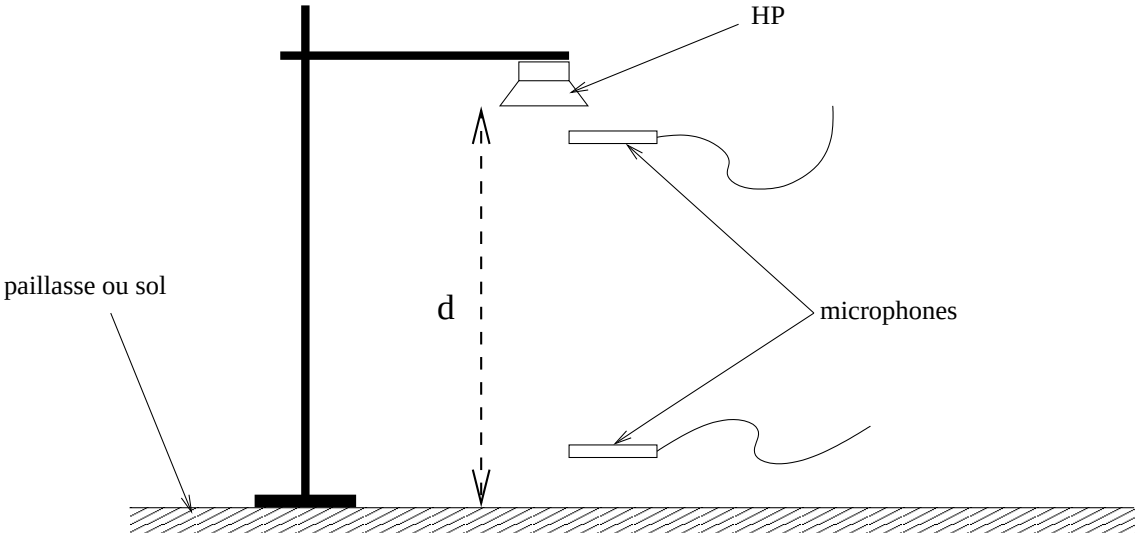

FIG. A.1 – Vue de l'expérience complémentaire.

Annexe B

Réglages du générateur de fonctions numérique HP 33120 A ou HP 33220 A

Cette procédure a pour objectif de vérifier que le générateur de fonctions HP 33120 est bien configuré.

Pour cela réaliser les opérations suivantes :

1. Entrer dans le menu (shift-menu)
2. Atteindre le menu D : (touche >, 3 fois)
3. Descendre dans le menu (touche V 2 fois). Affichage de la valeur de l'impédance de sortie.
   - Si la valeur affichée est 50 Ω, continuer.
   - Si la valeur affichée est "High Z", sortir (shift-menu)
4. Régler en haute impédance ("High Z") à l'aide de la touche >.
5. Valider votre choix (touche ENTER)
6. Connecter le générateur à l'entrée de l'oscilloscope pour vérifier que l'amplitude affichée sur le générateur est identique à celle lue sur l'oscilloscope.

Annexe C

Visaton SC 10N

C.1 General characteristics

Magnetically shielded 25 mm (1“) fabric dome driver for the highrange above 3000 Hz. Linear frequency re-sponse due to special dome coating and ferrofluid-cooled voice-coil for high power handling. Suitable for shielded medium sized 2-way combinations for surround center speakers and multi-media systems in conjunction with the shielded low-midrange driver SC 13 8 Ohm.

C.2 Technical Data

- Nominal power handling with high pass 100 W (12 dB/Oct. ; 4000 Hz)
- Peak power handling with high pass 150 W (12 dB/Oct. ; 4000 Hz)
- Nominal impedance Z 8 Ohm
- Frequency response 1000 - 20000 Hz
- Mean sound pressure level 90 dB (1 W/1 m)
- Opening angle (-6 dB) $109°$/8000 Hz
- Resonance frequency fs 1700 Hz
- Magnetic induction 1,3 T
- Magnetic flux 210 μWb
- Height of front pole-plate 2,5 mm
- Voice coil diameter 25 mm
- Height of winding 2 mm
- Cutout diameter 85 mm
- Net weight 0,55 kg
- D.C. resistance Rdc 6,9 Ohm
- Effective piston area Sd 5 cm^2
- Dynamically moved mass Mms 0,1 g
- Inductance of the voice coil L 0,04 mH

C.3 Frequency- and impedance response

The frequency response and the impedance response is given in figure C.1.

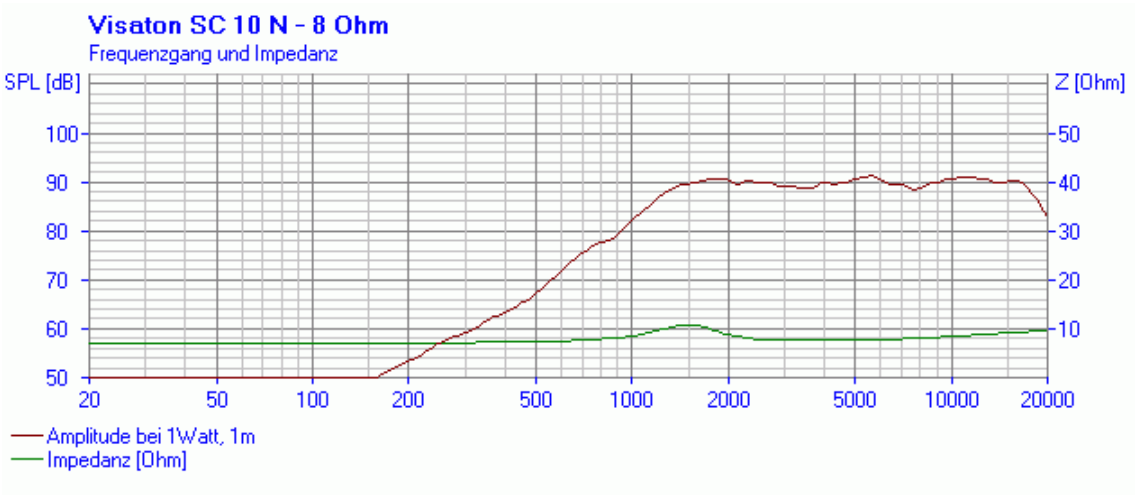

FIG. C.1 – Frequency and impedance response

C.4 Directivity pattern

The directivity pattern is given in figure C.2.

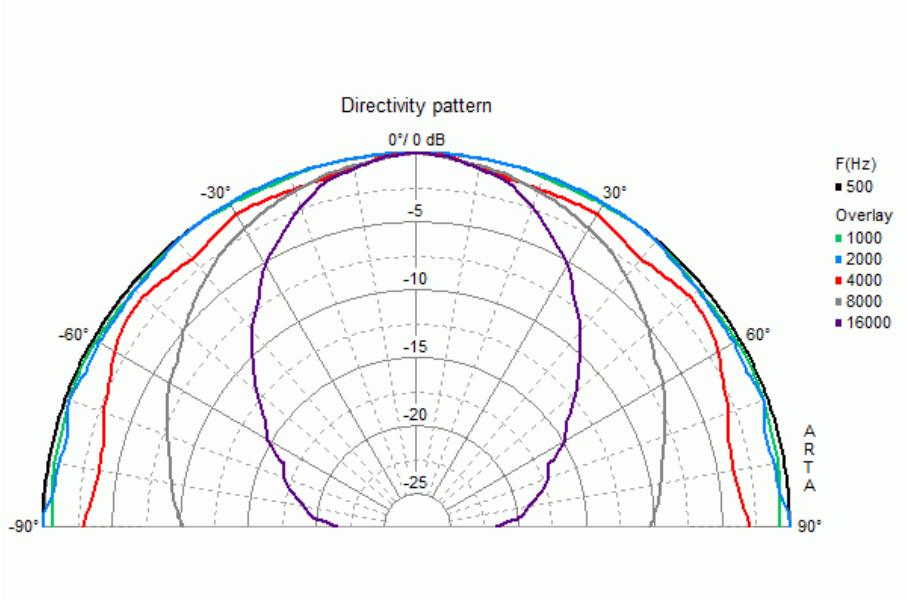

FIG. C.2 – Directivy pattern